

PAT-NO: JP411262237A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11262237 A

TITLE: PERMANENT MAGNET MOVING TYPE LINEAR  
DC MOTOR

PUBN-DATE: September 24, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MORI KI, YUICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
EFUTEMU:KK	N/A

APPL-NO: JP10080553

APPL-DATE: March 13, 1998

INT-CL (IPC): H02K041/035, G05D003/12 , H02P005/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize long stroke, reduction in the variation of propelling force, large propelling force, reduction in size and weight and low cost by applying a current at least to a couple of winding based on a position detecting signal sequentially output with movement of a rotor.

SOLUTION: This linear motor is composed of a rotor consisting of a permanent magnet, a stator consisting of yoke and winding 3a to 3z

having identical coil specifications and a position sensor 20 consisting of magneto electric conversion elements 21a to 21z fixed to the winding 3a to 3z and a control circuit consisting of a drive circuit 31, a winding selection circuit 32 and a current control circuit 33. A current is applied at least two winding among the winding 3a to 3z, based on the position signal from the position sensor 20 and a rotor moves in the direction based on a moving direction setting input with the propelling force based on a current value setting input.

COPYRIGHT: (C) 1999, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-262237

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 K 41/035

H 0 2 K 41/035

G 0 5 D 3/12

G 0 5 D 3/12

E

H 0 2 P 5/00

1 0 1

H 0 2 P 5/00

1 0 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-80553

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月13日

(71) 出願人 395005712

株式会社エフテム

神奈川県横浜市青葉区榎が丘20番地26

(72) 発明者 森木 優一

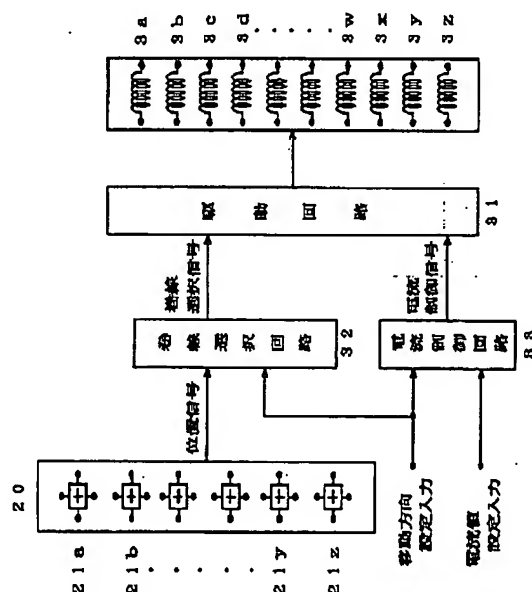
神奈川県横浜市青葉区榎が丘20番地25

(54) 【発明の名称】 永久磁石可動形リニア直流モータ

(57) 【要約】

【目的】 可動子の移動に伴い順次出力される位置検出信号に基づいて、少なくとも二つの巻線に電流を流すことで、ロング・ストローク化、推力変動の減少、大推力化、小型軽量化および低価格化を共に可能とする。

【構成】 永久磁石より成る可動子と、ヨークおよび同一の巻線仕様を有する巻線 3 a～巻線 3 z より成る固定子と、巻線 3 a～巻線 3 z に固定された磁電変換素子 2 1 a～磁電変換素子 2 1 z より成る位置センサ 2 0 と、駆動回路 3 1、巻線選択回路 3 2 および電流制御 3 3 より成る制御回路とを具備し、位置センサ 2 0 から位置信号に基づき巻線 3 a～巻線 3 z の少なくとも二つ巻線に電流が供給され、可動子は、移動方向設定入力に基づいた方向に、電流値設定入力に基づいた推力で移動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のヨークおよび第1のヨークの可動子の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する少なくとも三つの巻線より成る第1の固定子構成部材を主に構成される固定子と、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子に相対するように配置された永久磁石を主に構成される可動子と、

固定子を構成する少なくとも三つの巻線に対して、それぞれ固定された磁電変換素子により構成される位置検出センサと、位置検出センサの出力に基づいて、可動子に相対する巻線を含めた少なくとも二つの巻線を選択し、選択された巻線に同一の電流を流し、設定された推力に応じた電流を制御する制御回路とを具備することを特徴とする永久磁石可動形リニア直流モータ。

【請求項2】 請求項1の位置検出センサを、可動子の移動範囲に対応した検出範囲を有し、固定子に対して固定されたスケール部材と、可動子に装着された検出部材より成るリニア位置検出センサとにより構成し、請求項1の制御回路を、サーボ制御回路により構成することを特徴とする請求項1の永久磁石可動形リニア直流モータ。

【請求項3】 請求項1あるいは請求項2の可動子を複数具備することを特徴とする請求項1あるいは請求項2の永久磁石可動形リニア直流モータ。

【請求項4】 請求項1、請求項2あるいは請求項3の可動子を構成する永久磁石の固定子に相対する磁極面と異なる極性を有する磁極面に、第3のヨークを固着することを特徴とする請求項1、請求項2あるいは請求項3の永久磁石可動形リニア直流モータ。

【請求項5】 請求項1、請求項2あるいは請求項3の固定子を、第1のヨークおよび第1のヨークの可動子の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する少なくとも三つの巻線より成る第1の固定子構成部材と、第1の固定子構成部材に所定の距離を隔て平行に配置された第2のヨークより成る第2の固定子構成部材とにより構成することを特徴とする請求項1、請求項2あるいは請求項3の永久磁石可動形リニア直流モータ。

【請求項6】 請求項1、請求項2あるいは請求項3の固定子を、第1のヨークおよび第1のヨークの可動子の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する少なくとも三つの巻線より成る第1の固定子構成部材と、

第1の固定子構成部材に所定の距離を隔て平行に配置された第2のヨークおよび第2のヨークの可動子の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ第1の構成部材を構成する巻線と同一の巻線仕様を有する少なくとも三つの巻線より成る第2の固定子構成部材とによ

り構成することを特徴とする請求項1、請求項2あるいは請求項3の永久磁石可動形リニア直流モータ。

【請求項7】 請求項1、請求項2、請求項3、請求項4あるいは請求項5の第1の固定子構成部材を構成する巻線のそれぞれの長さ（可動子の移動方向の長さ）を、可動子を構成する永久磁石の長さ（可動子の移動方向の長さ）と等しく構成することを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4あるいは請求項5の永久磁石可動形リニア直流モータ。

【請求項8】 請求項6の第1の固定子構成部材を構成する巻線のそれぞれの長さ（可動子の移動方向の長さ）と、請求項6の第2の固定子構成部材を構成する巻線のそれぞれの長さ（可動子の移動方向の長さ）とを、可動子を構成する永久磁石の長さ（可動子の移動方向の長さ）と等しく構成することを特徴とする請求項6の永久磁石可動形リニア直流モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、各種OA機器、各種FA機器、各種光学機器および各種測定機器等において、振動および推力変動を嫌う各種移動部のロング・ストロークの駆動の用に供され、脈動のない推力の発生、ロング・ストローク化、推力変動の減少、大推力化、小型軽量化および低価格化を共に可能とする永久磁石可動形リニア直流モータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、リニア直流モータは、巻線を主に構成される可動子を有するコイル可動形リニア直流モータと、永久磁石を主に構成される可動子を有する永久磁石可動形リニア直流モータとに分類され、脈動のない推力を発生し得る唯一のリニア・モータであり、各種リニア位置検出センサーを装着してサーボ制御することにより、推力および速度の広範囲の制御と、停止位置の高精度の制御とを可能とし、振動を嫌う負荷、推力変動を嫌う負荷および広範囲の速度での運転を必要とする負荷に対応し得るリニア・アクチュエータである。

【0003】従来の永久磁石可動形リニア直流モータは、給電線の移動を必要とせず、脈動のない推力を発生し、優れた応答性を有する反面、ロング・ストローク化、推力変動の減少および大推力化を困難とするものであった。

【0004】図14は、円筒状に構成された従来の永久磁石可動形リニア直流モータの固定子1および可動子16の構造説明図であり、固定子1は、円筒状を成す第1のヨーク4および可動子16の移動範囲に対応する範囲に巻装された巻線3により構成され、可動子16は、N極の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1の外側円筒面に相対するように同軸円筒状に配置された円筒状を成す永久磁石17により構成される。

【0005】可動子16は、巻線3に図示の方向に所定

の電流を流すことにより、所定の推力をもって矢印B方向に移動し、巻線3に図示と異なる方向に所定の電流を流すことにより、所定の推力をもって矢印A方向に移動する。

【0006】図15は、図14に示す従来の永久磁石可動形リニア直流モータの制御回路のブロック図であり、制御回路は、駆動回路31と電流制御回路33により構成され、電流制御回路33に入力される移動方向設定入力と電流値設定入力（推力設定入力）に基づいた所定の方向および所定の大きさを有する電流が巻線3に供給され、可動子16は矢印A方向あるいは矢印B方向に、可動子16の質量および可動子16に作用する推力により定まる所定の加速度を持って移動する。

【0007】図16は、図14に示す従来の永久磁石可動形リニア直流モータの制御回路をサーボ制御回路により構成した際のブロック図である。

【0008】位置指令入力とリニア位置検出センサ22からの位置フィードバック信号は、演算器41で偏差値が計算され位置偏差信号として出力され、位置制御回路35で増幅および補償処理され位置制御信号として出力される。リニア位置検出センサ22からの位置フィードバック信号は、微分回路36で計算され速度フィードバック信号として出力される。位置制御信号と速度フィードバック信号は、演算器42で偏差値が計算され速度偏差信号として出力され、速度制御回路34で増幅および補償処理され速度制御信号として出力される。速度制御信号と電流センサ25からの電流フィードバック信号は、演算器43で偏差値が計算され電流偏差信号として出力され、電流制御回路33で増幅および補償処理され電流制御信号として出力される。電流制御信号は、駆動回路31で増幅および補償処理され所定の値を有する電流として出力される。

【0009】即ち、永久磁石可動形リニア直流モータの可動子16は、電流制御回路33で設定された推力（電流）および速度制御回路34で設定された速度で、位置指令入力で設定された位置に移動し、電流制御回路33で設定された推力（電流）をもって保持される。

【0010】従来の永久磁石可動形リニア直流モータは、可動子16の移動に伴い推力が減少し、200[m]を越えるロング・ストローク化に際しては、全ストロークに対応する推力の発生が困難と成る欠点があり、更に、電流の増加に伴い推力変動が増大し、電流の増加による全ストロークに対する大推力化が困難と成る問題点があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】解決しようとする問題点は、永久磁石可動形リニア直流モータのロング・ストローク化、推力変動の減少、大推力化、小型軽量化および低価格化を共に実現することが困難な点である。

【0012】

【課題を解決するための手段】固定子を構成する巻線を、同一の巻線仕様を有する少なくとも三つの巻線により構成し、可動子に相対する巻線を検出する位置検出センサと、位置検出センサの出力に基づいて、可動子に相対する巻線を含めた少なくとも二つの巻線に同一の電流を供給し、設定された推力に応じた電流を制御する制御回路とを具備することを最も主要な特徴とし、永久磁石可動形リニア直流モータのロング・ストローク化、推力変動の減少、大推力化、小型軽量化および低価格化を共に実現するという目的を可能にした。

【0013】

【実施例】図1ないし図13示す実施例に基づいて、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの構造および動作を説明する。

【0014】図1ないし図4は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第1の実施例である。

【0015】図1は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの固定子1、第1の可動子10および位置検出センサ20の構造説明図である。固定子1を構成する第1の固定子構成部材2は、平板状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する巻線3aないし巻線3zにより構成され、第1の可動子10は、N極の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1に相対するように平行に配置された第1の永久磁石11を主に構成され、位置検出センサ20は、第1の可動子10に所定の間隙を隔て、固定子1に対して所定の距離を隔て固定された磁電変換素子21aないし磁電変換素子21zにより構成される。

【0016】巻線3aないし巻線3zの長さ $L_c$ と永久磁石11の長さ $L_m$ は、等しく構成され、磁電変換素子21aないし磁電変換素子21zは、巻線3aないし巻線3zのそれぞれの中央部（ $L_m/2$ ）の延長上に、固定子1に対して所定の距離を隔て固定される。

【0017】図2は、位置検出センサ20を構成する磁電変換素子21aないし磁電変換素子21zの出力に基づいて、第1の可動子10に相対する巻線を含めた少なくとも二つの巻線を選択し、選択された巻線にそれぞれ同一の電流を流し、設定された推力に応じた電流を制御する制御回路のブロック図である。

【0018】制御回路は、駆動回路31、巻線選択回路32および電流制御回路33により構成される。移動方向設定入力と位置検出センサ20を構成する磁電変換素子21aないし磁電変換素子21zから出力される位置信号は、巻線選択回路32で増幅および演算処理され、通電すべき少なくとも二つの巻線を選択する巻線選択信号を出力する。移動方向設定入力と電流値設定入力（推力設定入力）は、電流制御回路33で増幅および演算処理され、設定された推力に応じた電流を制御する電流制御信号を出力する。巻線選択信号および電流制御信号に

より、通電すべき少なくとも二つの巻線に、それぞれ同一の電流が駆動回路31より供給され、第1の可動子10は、移動方向設定入力に基づいた方向に、第1の可動子10の質量および第1の可動子10に作用する推力により定まる所定の加速度を持って移動する。

【0019】図3は、位置検出センサ20を構成する磁電変換素子21aないし磁電変換素子21zの出力に基づいて、第1の可動子10に相対する巻線を含めた少なくとも二つの巻線を選択し、選択された巻線を並列あるいは直列に接続し、それぞれの巻線に同一の電流を流し、設定された推力に応じた電流を制御する制御回路のブロック図である。

【0020】制御回路は、駆動回路31、巻線選択回路32および電流制御回路33により構成される。移動方向設定入力と磁電変換素子21aないし磁電変換素子21zから出力される位置信号は、巻線選択回路32で増幅および演算処理され、巻線選択回路32を構成するスイッチング回路により少なくとも二つの巻線を並列あるいは直列に接続する。移動方向設定入力と電流値設定入力（推力設定入力）は、電流制御回路33で増幅および演算処理され、設定された推力に応じた電流を制御する電流制御信号を出力する。電流制御信号により駆動回路31が動作し、巻線選択回路32で並列に接続された少なくとも二つの巻線に電流が供給され、第1の可動子10は、移動方向設定入力に基づいた方向に、第1の可動子10の質量および第1の可動子10に作用する推力により定まる所定の加速度を持って移動する。

【0021】巻線選択回路32で並列あるいは直列に接続される少なくとも二つの巻線は、接続される巻線の長さ（ $L_c \times n$ ）、接続される巻線の起磁力、第1の永久磁石の長さ $L_m$ あるいは第1の永久磁石11の起磁力等の条件により、それらの値が大きく、推力変動の増加が顕著な際には、推力変動の減少を目的として巻線は並列に接続され、推力変動を起こさない範囲の値を有する際には、巻線は直列に接続される。更に、接続される巻線の電気抵抗値および巻線に電力を供給する電源等の状況により、個々の巻線に流れる電流の値が同一である条件に基づき、巻線は自由に接続される。

【0022】図4は、図2に示す制御回路を構成する駆動回路31により三つの巻線に電流を供給する際、あるいは図3に示す制御回路を構成する巻線選択回路32により三つの巻線を並列あるいは直列に接続し、駆動回路31より電流を供給する際の動作説明図である。

【0023】第1の永久磁石11が位置Aに位置した際、即ち、第1の可動子10が矢印A方向の端部に位置した際、磁電変換素子21aからの位置信号と移動方向設定入力とに基づいて、巻線3a、巻線3bおよび巻線3cに図示の方向に電流が供給され第1の永久磁石11は所定の推力で矢印の方向に移動する。第1の永久磁石11が位置Bに移動した際、磁電変換素子21bからの

位置信号に基づいて、巻線3b、巻線3cおよび巻線3dに図示の方向に電流が供給され第1の永久磁石11は所定の推力で矢印の方向に移動する。

【0024】同様に、第1の永久磁石11の移動に伴い磁電変換素子21cないし磁電変換素子21xから順次出力される位置信号に基づいて、常に三つの巻線に図示の方向に電流が供給され、第1の永久磁石11は所定の推力で矢印の方向に移動し、磁電変換素子21zからの位置信号に基づいて全ストロークの移動を終了する。磁電変換素子21aないし磁電変換素子21zから順次出力される位置信号に基づいて、常に三つの巻線に図示と異なる方向に電流を供給することにより、第1の永久磁石11は所定の推力で矢印と異なる方向に移動し、磁電変換素子21aからの位置信号に基づいて全ストロークの移動を終了する。

【0025】図1に示す実施例において、固定子1を構成する巻線を、それぞれ同一の巻線仕様を有する三つの巻線（巻線3a、巻線3bおよび巻線3c）により構成し、磁電変換素子21a、磁電変換素子21bおよび磁電変換素子21cにより構成される位置検出センサ20の出力に基づいて、二つの巻線に同一の電流を流した際の第1の可動子10の動作を図4に示す動作説明図に基づき説明する。

【0026】第1の永久磁石11が位置Aに位置した際、即ち、第1の可動子10が矢印A方向の端部に位置した際、磁電変換素子21aからの位置信号と移動方向設定入力とに基づいて、巻線3aおよび巻線3bに図示の方向に電流が供給され第1の永久磁石11は所定の推力で矢印の方向に移動する。第1の永久磁石11が位置Bに移動した際、磁電変換素子21bからの位置信号に基づいて、巻線3bおよび巻線3cに図示の方向に電流が供給され第1の永久磁石11は所定の推力で矢印の方向に移動する。磁電変換素子21cからの位置信号に基づいて全ストロークの移動を終了する。第1の永久磁石11が位置Cに位置した際、磁電変換素子21cからの位置信号と移動方向設定入力とに基づいて、巻線3bおよび巻線3cに図示と異なる方向に電流が供給され第1の永久磁石11は所定の推力で矢印と異なる方向に移動し、磁電変換素子21aからの位置信号に基づいて全ストロークの移動を終了する。

【0027】巻線3aおよび巻線3bに流れる電流を、巻線3bおよび巻線3cに流す際、あるいは巻線3bおよび巻線3cに流れる電流を、巻線3aおよび巻線3bに流す際、推力変動を無くす目的をもって、第1の永久磁石11の可動子の移動方向の長さ $L_m$ は、巻線3aないし巻線3cの可動子の移動方向の長さ $L_c$ より短く構成される。

【0028】図5ないし図6は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第2の実施例である。

【0029】図5は、本発明の永久磁石可動形リニア直

流モータの固定子1、第1の可動子10およびリニア位置検出センサ22の構造説明図である。固定子1を構成する第1の固定子構成部材2は、円筒状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する巻線3aないし巻線3zにより構成され、第1の可動子10は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1に相対するように同軸円筒状に配置された円筒状を成す第1の永久磁石11と、第1の永久磁石11の他の極性を有する磁極面に同軸円筒状に固着された円筒状を成す第3のヨーク12とを主に構成され、第1の永久磁石11の可動子の移動方向の長さ $L_m$ は、巻線3aないし巻線3zの可動子の移動方向の長さ $L_c$ より長く構成される。リニア位置検出センサ22は、第1の可動子10に所定の間隙を隔て、固定子1に対して所定の距離を隔て固定されたスケール部材23と、第1の可動子10に固定された検出部材24とにより構成される。

【0030】リニア位置検出センサ22は、抵抗体を主に構成されたスケール部材23に、刷子により構成された検出部材24を摺動させ、検出部の位置の変化を連続した抵抗値あるいは電圧値の変化として出力するリニア・ポテンショメータにより構成される。

【0031】図6は、リニア位置検出センサ22からの出力に基づいて、第1の可動子10に相対する巻線を含めた少なくとも二つの巻線を選択し、選択された巻線に同一の電流を流し、リニア位置検出センサ22からの位置フィードバック信号と電流センサ25からの電流フィードバック信号に応じた電流を制御するサーボ制御回路のブロック図である。

【0032】位置指令入力とリニア位置検出センサ22からの位置フィードバック信号は、演算器41で偏差値が計算され位置偏差信号として出力され、位置制御回路35で増幅および補償処理され位置制御信号として出力される。リニア位置検出センサ22からの位置フィードバック信号は、微分回路36で計算され速度フィードバック信号として出力される。位置制御信号と速度フィードバック信号は、演算器42で偏差値が計算され速度偏差信号として出力され、速度制御回路34で増幅および補償処理され速度制御信号として出力される。速度制御信号と電流センサ25からの電流フィードバック信号は、演算器43で偏差値が計算され電流偏差信号として出力され、電流制御回路33で増幅および補償処理され電流制御信号として出力される。リニア位置検出センサ22からの位置フィードバック信号は、巻線選択回路32により増幅および演算処理され、通電すべき少なくとも二つの巻線を選択する巻線選択信号として出力される。

【0033】巻線選択信号と電流制御信号により、通電すべき少なくとも二つの巻線に、それぞれ同一の電流が

駆動回路31より供給され、第1の可動子10は、位置指令入力に基づいた方向に、電流制御回路33で設定された推力（電流）および速度制御回路34で設定された速度をもって、位置指令入力で設定された位置に移動し、電流制御回路33で設定された推力（電流）をもって保持される。

【0034】図7は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第3の実施例であり、固定子1および第1の可動子10の構造説明図である。固定子1を構成する第1の固定子構成部材2は、円筒状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する巻線3iないし巻線3nにより構成される。第1の可動子10は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1に相対するように、同軸円筒状に配置された円筒状を成す第1の永久磁石11により構成される。

【0035】図8は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第4の実施例であり、固定子1および第1の可動子10の構造説明図である。固定子1を構成する第1の固定子構成部材2は、平板状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する巻線3iないし巻線3nにより構成される。第1の可動子10は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1に相対するように、平行に配置された第1の永久磁石11と、第1の永久磁石11の他の極性を有する磁極面に装着された平板状を成す第3のヨーク12とにより構成される。

【0036】図9は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第5の実施例であり、固定子1および第1の可動子10の構造説明図である。固定子1を構成する第1の固定子構成部材2は、平板状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する巻線3iないし巻線3nにより構成される。第1の可動子10は、それぞれ同一の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1に相対するように、平行に配置された永久磁石11aおよび永久磁石11bと、第1の永久磁石11aおよび第1の永久磁石11bの他の極性を有する磁極面にそれぞれ装着された平板状を成す第3のヨーク12aおよび第3のヨーク12bとにより構成される。

【0037】図10は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第6の実施例であり、固定子1および第1の可動子10の構造説明図である。固定子1は、第1の固定子構成部材2および第2の固定子構成部材5により構成され、第1の固定子構成部材2は、円筒状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞ



れ同一の巻線仕様を有する巻線3<sub>i</sub>ないし巻線3<sub>n</sub>により構成され、第2の固定子構成部材5は、第1の固定子構成部材2に対して所定の距離を隔て同軸円筒状に配置された円筒状を成す第2のヨーク7により構成される。第1の可動子10は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て第1の固定子構成部材2に相対し、他の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て第2の固定子構成部材5に相対するように、第1の固定子構成部材2の外側円筒面と第2の固定子構成部材5の内側円筒面とが構成する空間内に同軸円筒状に配置された円筒状を成す第1の永久磁石11により構成される。

【0038】図11は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第7の実施例であり、固定子1および第1の可動子10の構造説明図である。固定子1は、第1の固定子構成部材2および第2の固定子構成部材5により構成され、第1の固定子構成部材2は、平板状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する巻線3<sub>i</sub>ないし巻線3<sub>n</sub>により構成され、第2の固定子構成部材5は、第1の固定子構成部材2に対して所定の距離を隔て配置された平板状を成す第2のヨーク7により構成される。第1の可動子10は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て第1の固定子構成部材2に相対し、他の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て第2の固定子構成部材5に相対するように、第1の固定子構成部材2および第2の固定子構成部材5の、それぞれの相対面が構成する空間内に配置された平板状を成す第1の永久磁石11により構成される。

【0039】図12は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第8の実施例であり、固定子1および第1の可動子10の構造説明図である。固定子1は、第1の固定子構成部材2および第2の固定子構成部材5により構成され、第1の固定子構成部材2は、平板状を成す第1のヨーク4および第1のヨーク4の第1の可動子10の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ巻線3<sub>i</sub>ないし巻線3<sub>n</sub>と同一の巻線仕様を有する巻線6<sub>i</sub>ないし巻線6<sub>n</sub>により構成される。第1の可動子10は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て第1の固定子構成部材2に相対し、他の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て第2の固定子構成部材5に相対するように、第1の固定子構成部材2および第2の固定子構成部材5の、それぞれの相対面が構成する空間内に配置された平板状を成す第1の永久磁石11により構成される。

【0040】図13は、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第9の実施例であり、固定子1、第1の可動子10および第2の可動子13の構造説明図である。固定子1を構成する第1の固定子構成部材2は、円筒状を成す第1のヨーク4と、第1のヨーク4の第1の可動子10および第2の可動子13の移動範囲に対応する範囲に列設して巻装され、それぞれ同一の巻線仕様を有する巻線3<sub>i</sub>ないし巻線3<sub>n</sub>とにより構成される。第1の可動子10は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1に相対するように、同軸円筒状に配置された円筒状を成す第1の永久磁石11と、第1の永久磁石11の他の極性を有する磁極面に同軸円筒状に固着された円筒状を成す第3のヨーク12とにより構成され、第1永久磁石11の可動子の移動方向の長さL<sub>ma</sub>は、巻線3<sub>i</sub>ないし巻線3<sub>n</sub>の可動子11の移動方向の長さL<sub>c</sub>より長く構成される。第2の可動子13は、所定の極性を有する磁極面が所定の間隙を隔て固定子1に相対するように、同軸円筒状に配置された円筒状を成す第2の永久磁石14と、第2の永久磁石14の他の極性を有する磁極面に同軸円筒状に固着された円筒状を成す第3のヨーク15とにより構成され、第2の永久磁石14の可動子の移動方向の長さL<sub>mb</sub>は、巻線3<sub>i</sub>ないし巻線3<sub>n</sub>の可動子11の移動方向の長さL<sub>c</sub>と同一に構成される。

【0041】一般に、本発明の永久磁石可動形リニア直流モータは、使用状況に応じた数の可動子の装着が可能であり、可動子の移動方向の長さは、それぞれの可動子の必要とする推力に応じた長さで設定され、それぞれの可動子は、個々に設けられた制御回路あるいはサーボ制御回路により任意に制御することが可能である。

【0042】図1、図8、図9、図11および図12に示す平板状に構成された本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの実施例は、固定子の薄型化を目的としたものであり、図8および図9に示す実施例は、固定子の小型軽量化を可能とし、図1、図11および図12に示す実施例は、可動子の小型軽量化および応答性の向上を可能とする。

【0043】図5、図7および図10に示す円筒状を成す本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの実施例は、固定子と可動子との間に作用する吸引力の減少、可動子を保持する軸受機構の簡略化、組立の簡略化および低価格化を目的としたものであり、図7および図10に示す実施例は、可動子の小型軽量化および応答性の向上を可能とし、図5に示す実施例は、固定子の小型軽量化を可能とする。

【0044】図8に示す実施例は、図1に示す実施例のロング・ストローク化、大推力化および漏洩磁束の減少を可能とし、図9に示す実施例は、図8に示す実施例の2倍の推力の発生、固定子と可動子との間に作用する吸引力の減少、可動子を保持する軸受機構の簡略化、組立



## 11

の簡略化および低価格化を可能とし、図11に示す実施例は、図8に示す実施例のロング・ストローク化、大推力化および漏洩磁束の減少を可能とし、図12に示す実施例は、図11に示す実施例の2倍の推力の発生および小型軽量化を可能とする。

【0045】図5に示す実施例は、図7に示す実施例のロング・ストローク化、大推力化および漏洩磁束の減少を可能とし、図10に示す実施例は、図7に示す実施例の2倍の推力の発生および図5に示す実施例のロング・ストローク化、大推力化および漏洩磁束の減少を可能とする。

【0046】前述のように、従来の永久磁石可動形リニア直流モータは、脈動の無い推力を発生し得る唯一のリニア・モータであり、推力変動の少ない推力の発生、可動子の小型軽量化および低価格化を可能とし、優れた応答性および簡単な構造を有し、各種リニア位置検出センサーを装着してサーボ制御することにより、推力および速度の広範囲の制御と停止位置の高精度の制御を可能とする反面、ロング・ストローク化、大推力化および推力変動の減少を困難とするものであった。

【0047】本発明の永久磁石可動形リニア直流モータによれば、ロング・ストローク化、大推力化および推力変動の減少が可能となり、広範囲の速度制御および高精度の停止制御を目的としたX-YステージおよびX-Y-Zステージへの搭載、解像度の向上および大用紙サイズ化を目的とした各種印刷装置、各種スキャナ装置等への搭載、画質の向上、高速化および大原稿化を目的とした各種複写機への搭載が可能と成る。更に、振動を伴わない推力の発生に伴い、光学系の測定器、各種液体の定量送り装置、半導体製造装置等の直線運動を必要とする用途にも適用が可能である。

【0048】本発明の永久磁石可動形リニア直流モータのロング・ストローク化および大推力化は、固定子の機械的強度、固定子組立、可動子組立および価格等の制約が許される範囲で可能と成る。

【0049】本発明の永久磁石可動形リニア直流モータの第1の可動子10を構成する第1の永久磁石および第2の可動子13を構成する第2の永久磁石14は、所定の体積を越えた際に、永久磁石の製造および着磁の簡略化と、永久磁石可動形リニア直流モータの組立の簡略化とを目的として、複数の永久磁石を積層あるいは列設して構成され、必要に応じて磁性材料を介在させ構成される。

【0050】本発明の永久磁石可動形リニア直流モータにおいて、第1のヨーク4、第2のヨーク7および第3のヨーク12、15は、電磁軟鉄、構造用圧延鋼あるいは炭素鋼等の優れた磁気特性を有する金属により構成され、使用目的によっては、熱処理により磁気特性の向上が図られる。巻線3aないし巻線3z、巻線3iないし巻線3nおよび巻線6iないし巻線6nは、巻棒にに所

## 12

定の径を有する素線を所定数巻いて構成されるが、低価格化および小型軽量化を図る際には自己融着線により構成され巻棒が不要と成る。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明の永久磁石可動形リニア直流モータは、従来の永久磁石可動形リニア直流モータの推力変動の減少、大推力化およびロング・ストローク化を可能とするものであり、推力変動の減少および大推力化に伴い、小型軽量化および低価格化を可能とするものである。即ち、推力変動の減少、大推力化、ロング・ストローク化、小型軽量化および低価格化を共に可能とするものであり、更に、推力のリニア領域（推力変動の無い領域）の拡大を可能とするものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の構造説明図である。

【図2】本発明の制御回路のブロック図である。

【図3】本発明の制御回路のブロック図である。

【図4】本発明の動作説明図である。

20 【図5】本発明の第2の実施例の構造説明図である。

【図6】本発明のサーボ制御回路のブロック図である。

【図7】本発明の第3の実施例の構造説明図である。

【図8】本発明の第4の実施例の構造説明図である。

【図9】本発明の第5の実施例の構造説明図である。

【図10】本発明の第6の実施例の構造説明図である。

【図11】本発明の第7の実施例の構造説明図である。

【図12】本発明の第8の実施例の構造説明図である。

【図13】本発明の第9の実施例の構造説明図である。

30 【図14】従来の永久磁石可動形リニア直流モータの構造説明図である。

【図15】従来の永久磁石可動形リニア直流モータの制御回路のブロック図である。

【図16】従来の永久磁石可動形リニア直流モータのサーボ制御回路のブロック図である。

【符号の説明】

- 1 固定子
- 2 第1の固定子構成部材
- 3 巻線
- 3a～3z 巻線
- 3i～3n 巻線
- 4 第1のヨーク
- 5 第2の固定子構成部材
- 6i～6n 巻線
- 7 第2のヨーク
- 10 第1の可動子
- 11 第1の永久磁石
- 11a～11b 第1の永久磁石
- 12 第3のヨーク
- 12a～12b 第3のヨーク
- 13 第2の可動子

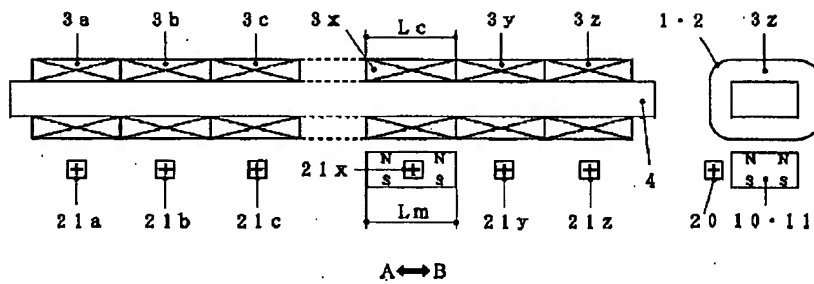
13

14

- |                |           |
|----------------|-----------|
| 14 第2の永久磁石     | 31 駆動回路   |
| 15 第3のヨーク      | 32 巻線選択回路 |
| 16 可動子         | 33 電流制御回路 |
| 17 永久磁石        | 34 速度制御回路 |
| 20 位置検出センサ     | 35 位置制御回路 |
| 21a~21z 磁電変換素子 | 36 微分回路   |
| 22 リニア位置検出センサ  | 41 演算回路   |
| 23 スケール部材      | 42 演算回路   |
| 24 検出部材        | 43 演算回路   |
| 25 電流センサ       |           |

10

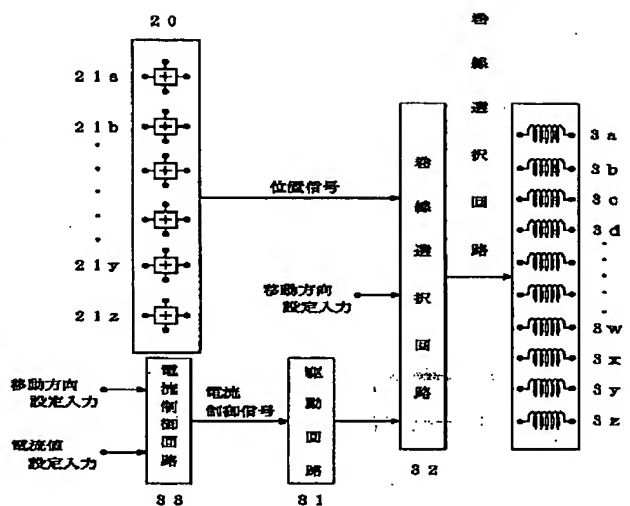
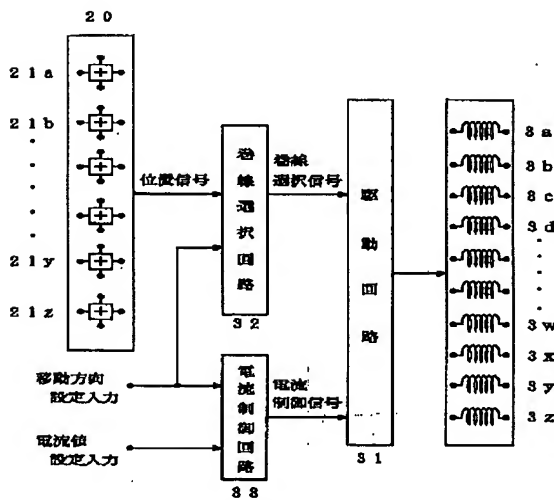
【図1】



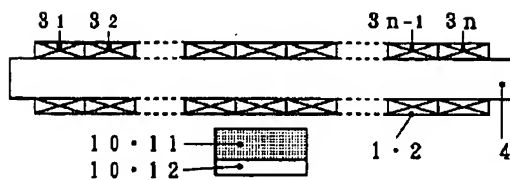
- |              |            |                |
|--------------|------------|----------------|
| 1 固定子        | 4 第1のヨーク   | 20 位置検出センサ     |
| 2 第1の固定子構成部材 | 10 第1の可動子  | 21a~21z 磁電変換素子 |
| 3a~3z 巻線     | 11 第1の永久磁石 |                |

【図2】

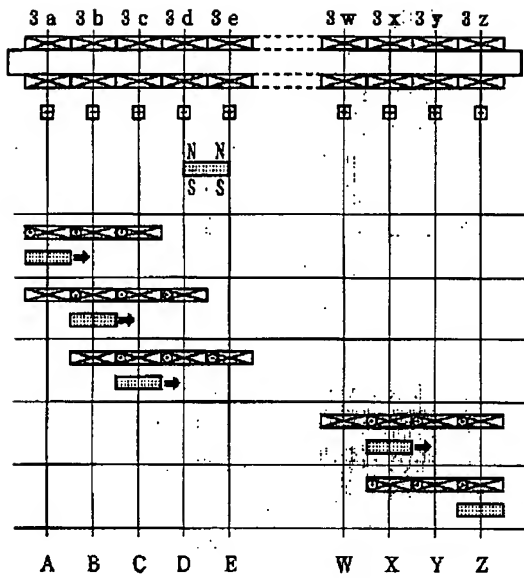
【図3】



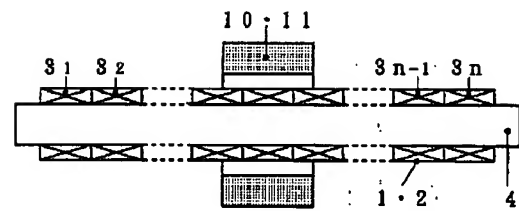
【図8】



【図4】

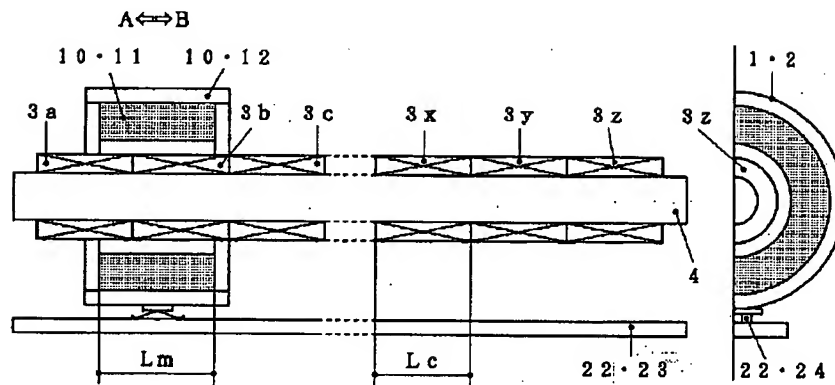


【図7】

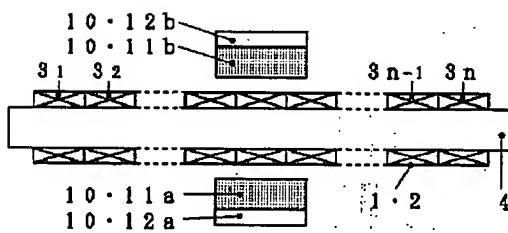


- 1 固定子  
2 第1の固定子構成部材  
31~3n 巻線  
4 第1のヨーク

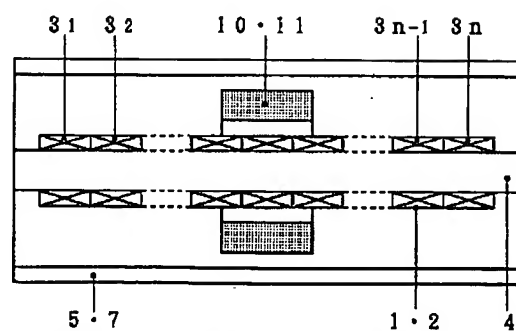
【図5】



【図9】

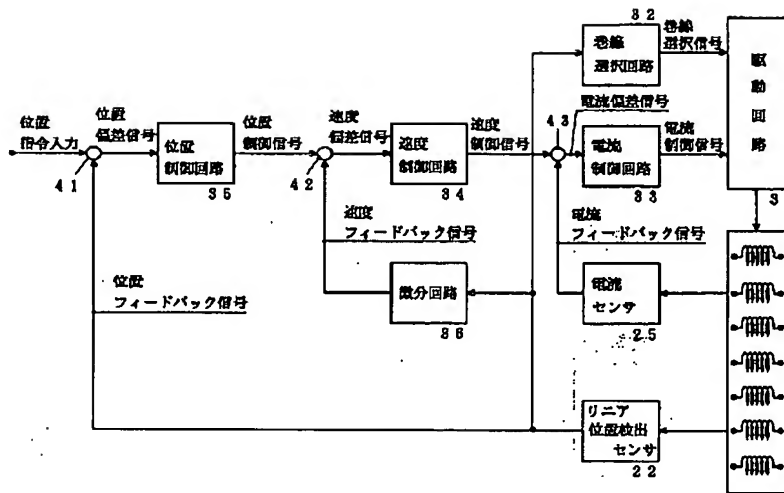


【図10】

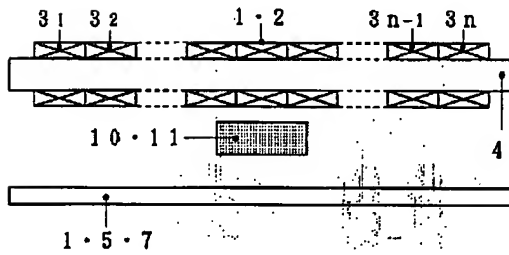


- 5 第2の固定子構成部材 7 第2のヨーク

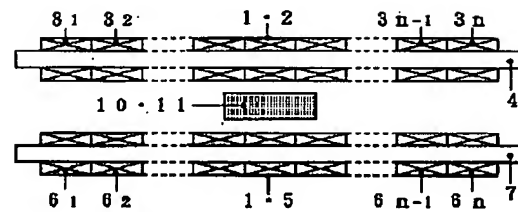
【図6】



【図11】

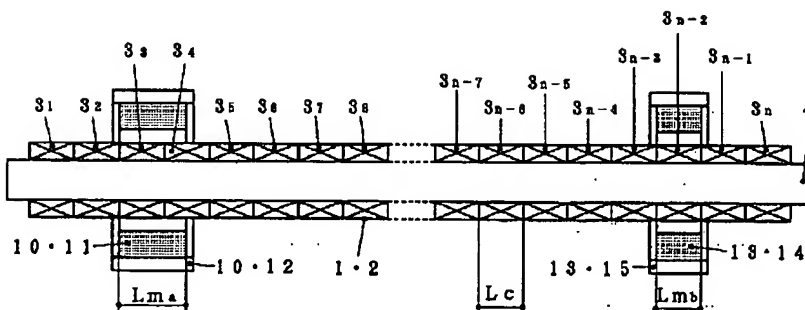


【図12】



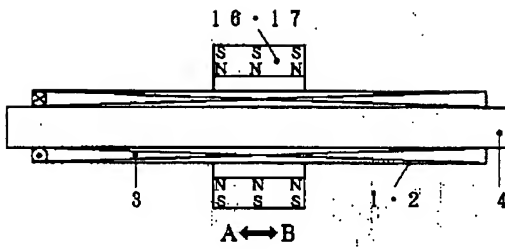
- 1 固定子
- 2 第1の固定子構成部材
- 31~3n 巻線
- 4 第1のヨーク
- 5 第2の固定子構成部材
- 61~6n 巻線
- 7 第2のヨーク

【図13】



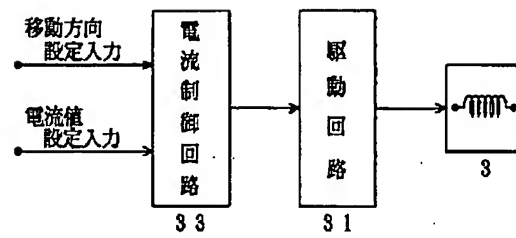
- 1 固定子
- 2 第1の固定子構成部材
- 31~3n 巻線
- 4 第1のヨーク
- 10 第1の可動子
- 11 第1の永久磁石
- 12 第3のヨーク
- 13 第2の可動子
- 14 第2の永久磁石
- 15 第3のヨーク

【図14】



- |              |          |
|--------------|----------|
| 1 固定子        | 4 第1のヨーク |
| 2 第1の固定子構成部材 | 16 可動子   |
| 3 巻線         | 17 永久磁石  |

【図15】



【図16】

